

令和 5 年 6 月 16 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18H03628

研究課題名(和文)空間計量経済学における最重要課題への挑戦と新たな展開

研究課題名(英文)Challenges and new developments to the most important issues in spatial econometrics

研究代表者

堤 盛人(Tsutsumi, Morito)

筑波大学・システム情報系・教授

研究者番号：70292886

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 26,300,000円

研究成果の概要(和文)：空間計量経済学の最重要課題の解決とさらなる発展を目的として、以下の内容を実施した。(1)空間計量経済学における新たなモデル開発。(2)次元縮減アプローチに着目した、ビッグデータへの対処のための新たなモデリングの提示。(3)組成データ解析を応用した空間計量経済学の新たな展開の可能性の提示。(4)国際ワークショップと、Spatial Econometrics Associationと連携したThe XV World Conference of Spatial Econometrics Association (SEA 2021)の開催。

研究成果の学術的意義や社会的意義

今では経済学においても重要な分野になっている空間計量経済学の中で、以下の成果が得られた点は意義が大きい。

(1)空間計量経済学における新たなモデル開発について、いくつかの成果を得た。(2)空間計量経済学のさらなる発展を考える上で不可欠な大規模データへ対処可能なモデリングについて成果を得た。(3)空間計量経済学の中で提案されてきた他の様々なモデルを組成データモデルへ拡張するための方法論について一定の知見を得た。(4)Spatial Econometrics Associationと連携しながら、第9回World Conference(SEA 2021)を開催して多くの研究者の参加を得た。

研究成果の概要(英文)：With the aim of solving and further developing the most important issues in spatial econometrics, the following were carried out. (1) Developing new models in spatial econometrics. (2) Presenting new modelling for dealing with big data, focusing on the dimensionality reduction approach. (3) Presenting the potential for new developments in spatial econometrics by applying compositional data analysis. (4) International workshops and The XV World Conference of the Spatial Econometrics Association (SEA 2021) in collaboration with the Spatial Econometrics Association.

研究分野：空間計量経済学

キーワード：空間計量経済学 空間統計学 ビッグデータ

1. 研究開始当初の背景

1970年代に本格的な研究が始まり、近年発展の目覚ましい『空間計量経済学 (Spatial Econometrics)』においては、空間回帰モデルに関する研究は2000年代に一つの区切りを迎えた。2000年代後半頃からは本格的にパネルデータへの適用のためのモデルやパラメータの推定・検定法の開発が進み、概ね2010年頃までには計量モデルに関する基礎的な理論体系は確立し、それらの成果を踏まえた様々な実証分析の蓄積も進んでいる。空間計量経済学は、その名とは少し由来が異なり、計量地理学や地域科学から派生した学問分野である。しかし、現在までに多くの計量・実証経済学者が参入し、Econometrica, Journal of Econometrics, Econometric Reviewsなどの経済誌にも多数論文が掲載されるようになり、Anselin (2010) は、空間計量経済学は今では経済学においても重要な一分野になっていると述べている。

空間計量経済学のモデルにおいては、確率変数間の依存関係を記述する空間重み行列 W を先見的に与える必要があり、計量分析の結果がこの W の与え方に依存することが知られている。 W を外生的に与えることに関しては古くから批判はあったが、長らく手が付けられなかった。LeSage and Pace (2014) の言葉を借りれば、空間重み行列 W は空間計量経済学における “The Biggest Myth” であり、空間計量経済学の発展における核心である。

さらに、Pinkse and Slade (2010) がレビュー論文で指摘するようなモデル構造の柔軟性の欠如 (特に異質性の強いデータのモデル化や欠損データへの対処) といったことも喫緊の課題として残されている。

また、空間計量経済モデルの推定には、 W を用いることに起因して、サンプルサイズ (地点/ゾーン数) を N とすると、 $N \times N$ 次元の行列の逆行列の計算 (計算量: $O(N^3)$) が必要なため計算負荷が大きく、近年注目を浴びているビッグデータの解析の観点からは大きな課題が残されている。空間計量経済学においても、数年前からビッグデータへの適用は新たなテーマとなりつつあるが、扱うデータが多くの場合社会経済データであることから、自然科学に端を発する『空間統計学 (Spatial Statistics) (地球統計学)』に比べるとその研究は遅れをとっている。

空間的な異質性を考慮した代表的な方法論として地理的加重回帰 (GWR) も広く用いられているが、ここでもやはり、大規模空間データに対する計算コストが高いという問題がある。

一方、空間計量経済モデルに関する基礎的な理論基盤が確立しつつある中で、最近では、Tobit モデルに代表されるような Selection Model, Logit や Probit モデルに代表される離散選択モデルなど、応用的な計量経済モデルへの拡張が進んでいる。そのような中においても、割合などのように値が非負で和が一定となる「組成データ (Compositional Data: CoDa)」を用いた計量分析は、空間計量経済学の中においては申請者らを除いて全く関心が払われていない。CoDa の名称自体はあまり知られていないものの至る所で目にするデータの類型である。普段、ほとんど意識されていないが、統計学的には、疑似相関の問題からその分析の際には値の総和が一定であるという制約を考慮する必要がある。地質学を中核に「組成データ解析 (Compositional Data Analysis: CoDA)」が発展している。しかし、つい最近まで社会経済分析への適用は念頭になく、空間データの特質 (空間依存性・空間異質性) を考慮した CoDA はほぼ空間統計学に基づくものに限られており、組成データに対する空間計量経済モデルの定式化や解釈の整理はこれまでにほとんど行われていない。CoDA と空間計量経済学を接続した論文はごく僅かであり、大きな研究余地を残している。

なお、日本においては、国外と比べて空間計量経済学に関わる研究者が少なく、次世代を担う日本の空間計量経済学の研究者の育成も課題である。

2. 研究の目的

空間計量経済学の最重要課題を解決するとともにさらなる発展を目的として、本課題では、以下 (1) ~ (3) に示す三つの研究課題を実施する。加えて、(4) に示すとおり、研究の促進及び研究成果の利活用促進に資する目的のみならず、特に日本においては国外と比べて空間計量経済学に関わる研究者が少ないという現状を踏まえ、次世代を担う日本の空間計量経済学の研究者の育成を目的として、国内において定期的なセミナーの開催等を実施する。

- (1) 空間重み行列の内生化に関する実証研究と新たなモデル開発
- (2) ビッグデータへの新たな対処法の開発
- (3) 組成データ解析を応用した空間計量経済学の新たな展開の模索
- (4) 研究成果の公開・利用促進と日本における空間計量経済学分野の研究者の育成

3. 研究の方法

上記 (1) ~ (4) のそれぞれの目的に即し、以下のような方法で研究等を実施する。

(1) 上述のとおり、空間計量経済モデルは、空間重み行列を用いる点に特徴がある。空間重み行列を用いたシンプルなモデル構造については、Pinkse and Slade (2010) が “laughable notion” と述べるように限界があり、その柔軟性を高める必要性が指摘されてきた。特に、空間計量経済

学における空間重み行列 W の内生性への対処に関する研究は始まったばかりであり、理論的な提案についても決着を見ていない。本課題では、これらの既存研究をレビューし、今後の課題解決に資するための整理を行う。併せて、それらの長所・短所を精査し、様々なデータを用いた実証分析も行いながら、 W の内生性へ対処の可能性について検討を行う。

空間データを効果的に分析するためには、データがもつ空間的な異質性をモデリングすることが必要不可欠である。そのため、データに対して回帰分析を行う場合、回帰係数が地点によって異なることを考慮したモデル化が求められることも多い。空間的な異質性を考慮した代表的な方法論として地理的加重回帰が広く用いられているが、局所的な外れ値によって推定精度が悪化する、といった欠点が知られている。そこで本課題では、地理的加重回帰が抱えるこの欠点を解消する方法論も開発する。

(2) 空間計量経済モデルの推定は逆行列の計算に伴う計算負荷が大きく、ビッグデータに適合した高速かつ柔軟な対処法の確立が待たれている。その対処法を考える上では様々なアプローチが参考となるが、中でも、関連分野である地球統計学では高速・柔軟に空間データをモデル化する次元縮減アプローチが近年目覚ましい発展を遂げている。対照的に、空間計量経済学においては次元縮減の適用は皆無に近い。

そこで本課題では次元縮減アプローチに着目している。空間回帰モデルにおいて、 W をそのまま導入するのではなく W の主成分のみを抽出して用いる Eigenvector Spatial Filtering (ESF) が提案され実用化に至っている。これを次元縮減へ応用する方法について理論と実証の両面で検討を行う。

空間的な異質性を考慮した代表的な方法論として地理的加重回帰においては、大規模空間データに対する計算コストが高いことが知られている。地理的加重回帰が抱えるこの欠点を解消する方法論も開発する。

(3) 回帰モデリングでは、データのタイプに応じた適切なモデルを選択することが望まれる。空間計量経済学においても、これまでに二値データや多値データ、計数データといった様々なタイプに対応した回帰モデリングが提案されてきたが、組成データについてはあまり意識されてこなかった。そこで本研究では、組成データのための空間回帰モデルを新たに開発することを目的とする。具体的には、空間的自己相関と空間的相互相関を考慮した空間回帰モデルの開発、空間的異質性を考慮した空間回帰モデルの開発を行う。

組成データの回帰モデルでは、被説明変数も多変量データとなる。空間計量経済学のモデルでは、地点 i の近傍を空間重み行列 W によって定義し、被説明変数 y の近傍の情報 Wy を説明変数として取り込むことで被説明変数の空間的自己相関を考慮する空間ラグモデルがある。変数が一変量の場合は、その変量の空間的自己相関であるが、多変量の場合、変量間の空間的相関「空間的相互相関」を考慮する必要がある。正の空間的相互相関の具体例として、メッシュ単位の土地利用組成データの場合では「メッシュ内の水域の割合が高いメッシュの近傍メッシュでは、田の割合が高い」ということになる。組成データの場合、これに加えて定数制約の考慮も必要となる。

本課題では、計量経済学における Seemingly Unrelated Regression により多方程式間の誤差相関を考慮した上で、組成データ解析(対数比変換)と空間計量経済学(空間重み行列)を導入したモデルの構築を試みる。また、空間データの別の重要な特性である空間異質性を考慮するモデルとして、その代表的なモデルである地理的加重回帰モデルを拡張した組成データの回帰モデルの構築も試みる。

(4) 毎年6~7月に開催される Spatial Econometrics Association による World Conference を日本で開催することを働き掛け、その開催を本研究の実施期間内に実現すべく準備する。

4. 研究成果

(1) 空間重み行列の内生化に関する実証研究と新たなモデル開発

空間重み行列 W の内生化に関しては、既往研究のレビューを行った結果、代表的なアプローチとして、以下のようなものがあることを、整理した(詳細は、瀬谷, 2021)。

- ・ W を距離に依存する基底関数で与えるアプローチ
- ・ 説明変数で説明するアプローチ
- ・ 地理的加重回帰モデルのような形で異質性を考慮するアプローチ
- ・ 計量経済学的に(コントロール関数を用いて)内生性を考慮するアプローチ
- ・ 機械学習的に構造を推定するアプローチ

このように、 W の与え方も、従来よりも柔軟に与えることが可能になりつつあることが明らかになった。特に、 W を「経済距離」等の社会経済変数で与えるときは、内生性が問題となるため、Qu and Lee (2015) のアプローチ等を用いて、バイアス補正を施すことが重要である。

ただし、例えば機械学習的に構造を推定するアプローチについては、パネル構造で、観測時点が長いことが必要である、あるいは社会ネットワークのように W が観測可能なことを前提としているものが多いため、使える文脈は未だ限定的である。さらに、空間計量経済学の意義を支え

る大きな観点の一つである空間波及効果（直接・間接）に関して、その推定やそのための検定方法の検討、時系列における Whittle 法を空間過程に拡張する方法について理論的な検討も行った。その他、空間モデルを用いた人々の幸福度の分析、オフィス賃料データを用いた空間分析、ふるさと納税に関する探索的空間データ分析、日本の国会議員選挙や米国大統領選挙に関するデータを用いた空間分析なども行った。

空間重み行列 W の内生化に関しては、(4) に記すとおり、The XV World Conference of Spatial Econometrics Association (SEA 2021) における一つの論点として活発な議論も行った。

一方、地理的加重回帰における、局所的な外れ値によって推定精度が悪化を改善する方策として、ダイバージェンスを用いた頑健な GWR モデルの開発を行った。(Sugasawa and Murakami (2022).) ここでは、局所的な外れ値の影響を取り除くため、ガンマダイバージェンスと呼ばれる一般化尤度を用いた地理的加重回帰モデルの推定方法を開発した。推定を行うための効率的な数値計算アルゴリズムを開発し、ロバスト性を調整するチューニングパラメータをデータから自動的に計算できる方法も開発した。さらに、数値実験やデータ解析例を通して、既存の地理的加重回帰の方法と比べて提案手法が局所的な外れ値の影響を取り除けることを確認した。

既述のとおり、 W を与えたときの空間計量経済モデル自体についても様々な拡張が必要であり、本課題ではこの点において多くの成果を得た。

Murakami and Seya (2019)、および Seya et al. (2020) では、無条件分位点回帰 (RIF 回帰) モデルを、それぞれ固有ベクトル空間フィルタリング (ESF)、空間ラグモデルに拡張する形で、分位点毎の異質性を考慮した空間モデルの開発を行った。Murakami and Seya (2019) は、交通ネットワークを介した空間相関を考慮する ESF 型の空間モデルを提案した。Seya (2020) は、確率的フロンティア型の空間計量経済モデルのパラメータ推定法を提案し、Seya et al. (2021) は、非ランダムな欠損データに対する空間計量経済モデルのパラメータをベイズ推定する方法を提案した。Murakami et al. (2021) では、被説明変数に対して合成変換関数を ESF に導入することで、幅広い非ガウスデータに適用可能な空間モデルを提案した。

これらにより、分位点毎の異質性、ネットワーク相関、非ランダムな欠損、非ガウス性といった空間計量経済モデルを実応用する際の課題に対処した新たな空間モデルが幅広く開発でき、空間モデルの応用の裾野を広げることができた。

(2) ビッグデータへの新たな対処法の開発

Seya and Shiroy (2022) および Yoshida et al. (2022) では、機械学習アプローチにおいて空間的自己相関を考慮する方法論を提示し、空間統計モデルと予測正確度の比較を行った。その結果、内挿的狀況では、機械学習アプローチに優位性があるが、外挿的狀況では、空間統計モデルが有効であることを示唆した。

Murakami and Griffith (2019) では、データを直接用いずに、その内積を用いてモデルを推定する空間モデルの推定法を提案した。同手法を用いることで、標本サイズに依存しない計算量で高速に空間モデルをすることを可能とした。

Murakami et al. (2020) では、上記推定法を並列化することでさらに高速化し、標本サイズ 1000 万の場合でも現実的な計算で空間モデルが推定できることを確認した。

このように、ビッグデータの解析に適した、計算効率の良い空間モデルが開発できた。また、機械学習アプローチとの比較を通し、ビッグデータへの応用に際しての空間モデルの長所・短所を明らかにした。

Sugasawa and Murakami (2021) では、空間クラスタリングを組み合わせた空間回帰モデルの開発を行った。空間変化する回帰係数に対してクラスタリング構造を導入し、クラスタリングと回帰係数の推定を同時に行うことが可能な方法論を開発した。さらに、クラスタリング数を選択する方法や、ファジーなクラスタリング構造を考慮した手法も開発した。数値実験やデータ解析例を通して、既存の地理的加重回帰やその亜種との比較を行い、提案手法が大規模データでも高速に適用できることや、安定した推定結果を与えられることを確認した。

(3) 組成データ解析を応用した空間計量経済学の新たな展開

空間的異質性を考慮した空間回帰モデルの開発として、組成データのための地理的加重回帰モデルを定式化し、米国における所得階級別人口の組成データへの適用を通じて、定数制約を伴った形で得られるパラメータ推定値、予測値の解釈上の有用性を示すことができた (Yoshida et al., 2021)。空間的自己相関と空間的相互相関を考慮した空間回帰モデルを検討する中で得られていた誤差相関の対処を活かすことができた。

このように、空間的な相関や異質性を考慮した新たな組成データ解析の手法を提案し、その有用性を実データへの応用を通して確認した。

(4) 2020 年、仙台において国際ワークショップを開催して多くの研究者・学生の参加を得た。

さらに、空間計量経済学に関する国際学会である Spatial Econometrics Association と連携しながら、The XV World Conference of Spatial Econometrics Association (SEA 2021) を 2021 年 5 月 26 日から 28 日までオンライン開催した。Spatial Econometrics Association による毎年開催される国際学会であり、準備段階では東京大学で対面開催することを検討していたが、コ

ナ禍によりオンライン開催に変更して実施したものである。この会議では、実施本部を東北大学経済学研究科におき、3日間の会議を運営した。72名のオンライン参加があり、52件の研究発表、5件のkeynote speechを主催した。Keynote speechでは、Alan E. Gelfand (Duke Univ.), Noel Cressie (Univ. Wollongong), Paul Elhorst(Univ. Groningen), Daniel A.Griffith(University of Texas at Dallas), Gomez Rubio (Universidad de Castilla-La Mancha)を招待し、1時間のplenary講演を行った。また、若手研究者による発表の中から最優秀な者を選出し、Jean Paelinck Prizeを授与した。

この会議では、空間重み行列を所与ではなく推定したときの統計的性質を一つの論点として、空間計量経済学研究者による活発な討論が行われるなど、盛会のうちに終了した。

<参考・引用文献等（5．主な業績論文等に記載のものを除く）>

Anselin, L. (2010) : Thirty years of spatial econometrics. *Papers in Regional Science*, 89(1), 3-25.

Pinkse, J., & Slade, M. E. (2010). The future of spatial econometrics. *Journal of Regional Science*, 50(1), 103-117.

Qu, X., & Lee, L. F. (2015). Estimating a spatial autoregressive model with an endogenous spatial weight matrix. *Journal of Econometrics*, 184(2), 209-232.

瀬谷創(2021) 空間計量経済学 - その到達点と展望 - 、坂下賞記念講演。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計28件（うち査読付論文 23件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Arbia Giuseppe, Matsuda Yasumasa, Wu Junyue	4. 巻 47
2. 論文標題 Estimating spatial regression models with sample data-points: A Gibbs sampler solution	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Spatial Statistics	6. 最初と最後の頁 100568 ~ 100568
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.spasta.2021.100568	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Yoshida Takahiro, Murakami Daisuke, Seya Hajime	4. 巻 -
2. 論文標題 Spatial Prediction of Apartment Rent using Regression-Based and Machine Learning-Based Approaches with a Large Dataset	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Journal of Real Estate Finance and Economics	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11146-022-09929-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Seya Hajime, Shiroi Daiki	4. 巻 54
2. 論文標題 A Comparison of Residential Apartment Rent Price Predictions Using a Large Data Set: Kriging Versus Deep Neural Network	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Geographical Analysis	6. 最初と最後の頁 239 ~ 260
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/gean.12283	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Murakami Daisuke, Seya Hajime	4. 巻 4
2. 論文標題 Spatial Regression in the Presence of a Hierarchical Transportation Network: Application to Land Price Analysis	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Sustainable Cities	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/frsc.2022.905967	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Sugasawa Shonosuke, Murakami Daisuke	4. 巻 48
2. 論文標題 Adaptively robust geographically weighted regression	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Spatial Statistics	6. 最初と最後の頁 100623 ~ 100623
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.spasta.2022.100623	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Sugasawa Shonosuke, Nakagawa Tomoyuki, Solvang Hiroko Kato, Subbey Sam, Alrabeei Salah	4. 巻 -
2. 論文標題 Dynamic spatio-temporal zero-inflated Poisson models for predicting capelin distribution in the Barents Sea	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Statistics and Data Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s42081-022-00183-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Muto Sachio, Sugawara Shonosuke, Suzuki Masatomo	4. 巻 -
2. 論文標題 Forecasting the housing vacancy rate in Japan using dynamic spatiotemporal effects models	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Statistics and Data Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s42081-022-00184-w	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 松尾和史, 堤盛人, 今関豊和	4. 巻 30(1)
2. 論文標題 空室率データで見る東京オフィス市場の空間的特性	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 GIS - 理論と応用	6. 最初と最後の頁 51-63
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Wu Junyue, Matsuda Yasumasa	4. 巻 2
2. 論文標題 A threshold extension of spatial dynamic panel model with fixed effects	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Spatial Econometrics	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s43071-021-00008-1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Matsuda Yasumasa	4. 巻 26
2. 論文標題 Discussion on Competition for Spatial Statistics for Large Datasets	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics	6. 最初と最後の頁 612 ~ 613
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13253-021-00463-1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sato Takaki, Matsuda Yasumasa	4. 巻 16
2. 論文標題 Spatial extension of generalized autoregressive conditional heteroskedasticity models	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Spatial Economic Analysis	6. 最初と最後の頁 148 ~ 160
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/17421772.2020.1742929	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Seya Hajime, Tomari Masashi, Uno Shohei	4. 巻 28
2. 論文標題 Parameter estimation in spatial econometric models with non-random missing data	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Economics Letters	6. 最初と最後の頁 440 ~ 446
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/13504851.2020.1758618	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Murakami Daisuke, Kajita Mami, Kajita Seiji, Matsui Tomoko	4. 巻 43
2. 論文標題 Compositionally-warped additive mixed modeling for a wide variety of non-Gaussian spatial data	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Spatial Statistics	6. 最初と最後の頁 100520 ~ 100520
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.spasta.2021.100520	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yoshida, T., Murakami, D., Seya, H., Tsutsumida, N., Nakaya, T.	4. 巻 55
2. 論文標題 Geographically weighted regression for compositional data: An application to the U.S. household income compositions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 11th International Conference on Geographic Information Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.25436/E2G599	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 松尾和史, 堤盛人, 今関豊和	4. 巻 30
2. 論文標題 空室率データを用いた東京オフィス市場の空間的特性の分析	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 地理情報システム学会講演論文集	6. 最初と最後の頁 C30-3 ~ C30-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yajima Yoshihiro, Matsuda Yasumasa	4. 巻 3
2. 論文標題 Log-periodogram regression of two-dimensional intrinsically stationary random fields	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Statistics and Data Science	6. 最初と最後の頁 333 ~ 347
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s42081-020-00078-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ibuka Yoko, Matsuda Yasumasa, Shoji Keishi, Ishigaki Tsukasa	4. 巻 3
2. 論文標題 Evaluation of regional variations in healthcare utilization	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Statistics and Data Science	6. 最初と最後の頁 349 ~ 365
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s42081-020-00082-z	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 松田 安昌	4. 巻 49
2. 論文標題 連続時間ARMAモデルの理論と応用	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本統計学会誌	6. 最初と最後の頁 265 ~ 280
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11329/jjssj.49.265	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sato Takaki, Matsuda Yasumasa	4. 巻 16
2. 論文標題 Spatial extension of generalized autoregressive conditional heteroskedasticity models	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Spatial Economic Analysis	6. 最初と最後の頁 148 ~ 160
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/17421772.2020.1742929	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Seya Hajime	4. 巻 27
2. 論文標題 Parameter estimation of the spatial panel stochastic frontier model with random effects	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Economics Letters	6. 最初と最後の頁 248 ~ 253
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/13504851.2019.1613491	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Seya Hajime, Axhausen Kay W., Chikaraishi Makoto	4. 巻 65
2. 論文標題 Spatial unconditional quantile regression: application to Japanese parking price data	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Annals of Regional Science	6. 最初と最後の頁 351 ~ 402
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00168-020-00987-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Seya Hajime, Tomari Masashi, Uno Shohei	4. 巻 28
2. 論文標題 Parameter estimation in spatial econometric models with non-random missing data	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Applied Economics Letters	6. 最初と最後の頁 440 ~ 446
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/13504851.2020.1758618	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Murakami Daisuke, Kajita Mami, Kajita Seiji	4. 巻 9
2. 論文標題 Scalable Model Selection for Spatial Additive Mixed Modeling: Application to Crime Analysis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ISPRS International Journal of Geo-Information	6. 最初と最後の頁 577 ~ 577
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijgi9100577	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 吉田崇紘・村上大輔・瀬谷創・堤田成政・中谷友樹・堤盛人	4. 巻 29
2. 論文標題 組成データのための地理的加重回帰モデル	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 地理情報システム学会講演論文集 (CD-ROM)	6. 最初と最後の頁 C24-1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Matsuda Yasumasa, Yajima Yoshihiro	4. 巻 1
2. 論文標題 Locally stationary spatio-temporal processes	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Statistics and Data Science	6. 最初と最後の頁 41 ~ 57
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s42081-018-0003-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Murakami Daisuke, Griffith Daniel A.	4. 巻 30
2. 論文標題 Spatially varying coefficient modeling for large datasets: Eliminating N from spatial regressions	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Spatial Statistics	6. 最初と最後の頁 39 ~ 64
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.spasta.2019.02.003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Murakami D., Seya H.	4. 巻 -
2. 論文標題 Spatially filtered unconditional quantile regression: Application to a hedonic analysis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Environmetrics	6. 最初と最後の頁 e2556 ~ e2556
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/env.2556	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Murakami, D., Seya, H., Griffith, D.A.	4. 巻 -
2. 論文標題 Low rank spatial econometric models	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ArXiv	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

[学会発表] 計41件(うち招待講演 7件/うち国際学会 18件)

1. 発表者名 Sato, T. and Matsuda, Y
2. 発表標題 Convolutional regression for big spatial data
3. 学会等名 5th International Conference on Econometrics and Statistics (EcoSta 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Masayuki Sawada, Yasumasa Matsuda, Daisuke Kurisu, Takuya Ishihara
2. 発表標題 Spatial Regression Discontinuity Design. Risk and Statistics
3. 学会等名 3rd Tohoku-ISM-Ulm joint workshop
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Sugasawa Shonosuke
2. 発表標題 Spatially-Varying Bayesian Predictive Synthesis for Flexible and Interpretable Spatial Prediction
3. 学会等名 5th International Conference on Econometrics and Statistics (EcoSta 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Sugasawa Shonosuke
2. 発表標題 Scalable Bayesian Spatio-temporal Predictive Synthesi
3. 学会等名 ISM Symposium on Environmental Statistics 2023 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松尾和史, 堤盛人, 今関豊和
2. 発表標題 東京オフィス市場における集積の経済・不経済とその時間的变化
3. 学会等名 第65回土木計画学研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松尾和史, 村上大輔, 堤盛人, 今関豊和
2. 発表標題 ビッグデータのためのローカルなオフィス賃料指数の開発
3. 学会等名 第31回地理情報システム学会研究発表大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松尾和史, 村上大輔, 堤盛人, 今関豊和
2. 発表標題 計算効率を考慮した時空間不動産価格指数の検討
3. 学会等名 CSIS DAYS 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松尾和史, 村上大輔, 堤盛人, 今関豊和
2. 発表標題 大規模データのための時空間不動産価格指数と東京オフィス市場のローカルな動態
3. 学会等名 第36回応用地域学会 (ARSC) 研究発表大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松尾和史, 堤盛人, 今関豊和
2. 発表標題 東京オフィス市場の地域性と階層性: ローカルな空室率データを用いた探索的分析
3. 学会等名 日本不動産金融工学学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Takaki Sato and Yasumasa Matsuda
2. 発表標題 Spatial Dynamic Panel Models for Multilevel Dataset with Applications to Japanese Happiness
3. 学会等名 The XV World Conference of Spatial Econometrics Association (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松田安昌
2. 発表標題 コロナ禍の賃貸不動産市場の時空間分析
3. 学会等名 実験家のためのデータ駆動科学オンラインセミナー
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yasumasa Matsuda
2. 発表標題 Functional regression models for spatio-temporal data
3. 学会等名 TRANSDISCIPLINARY ECONOMETRICS & DATA SCIENCE SEMINAR (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takaki Sato, Anqi Li and Yasumasa Matsuda
2. 発表標題 Dynamic panel analysis of subjective well-being in the COVID-19 outbreak in Japan
3. 学会等名 Symposium of Yotta Informatics - Research Platform for Yotta-Scale Data Science 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takaki Sato and Yasumasa Matsuda
2. 発表標題 Spatial analysis of subjective well-being in Japan. Is civic capital associated with happiness?
3. 学会等名 Tohoku Symposium on AI and Human Studies
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kazushi Matsuo, Morito Tsutsumi, Toyokazu Imazeki
2. 発表標題 How do hotspots of office vacancy rates in Tokyo change?
3. 学会等名 The XV World Conference of Spatial Econometrics Association (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松尾和史, 堤盛人, 今関豊和
2. 発表標題 オフィス空室率の時空間変動に関する探索的小地域分析
3. 学会等名 日本不動産金融工学学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yasuamsa Matsuda
2. 発表標題 Spatio-temporal ARMA models
3. 学会等名 科研費シンポジウムRecent Progress in Spatial and/or Spatio-temporal Data Analysis,
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐藤宇樹、松田安昌
2. 発表標題 多変量空間MAモデル
3. 学会等名 2020年度統計関連学会連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kazushi Matsuo, Morito Tsutsumi
2. 発表標題 The impacts of change in family patterns on the rental housing
3. 学会等名 2020 Asian Conference in Regional Science (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松尾和史・村上大輔・堤盛人
2. 発表標題 住宅価格形成要因の空間的異質な構造は間取りによって異なるのか? ~空間加法混合モデルの新築分譲マンション価格データへの適用を通して
3. 学会等名 2020年度 第34回 ARSC研究発表大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松尾 和史, 堤 盛人, 今関 豊和
2. 発表標題 ミクロナオフィス空室率の時空間変動に関する探索的分析
3. 学会等名 日本不動産金融工学学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Matsuda, Y.
2. 発表標題 Bivariate Continuous ARMA random fields
3. 学会等名 Lilac International Conference on Application of Statistics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Matsuda, Y.
2. 発表標題 Bivariate CARMA random fields
3. 学会等名 日本統計学会研究業績賞受賞記念招待講演 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Matsuda, Y.
2. 発表標題 Introduction of spatial data models with applications to analysis of world happiness
3. 学会等名 Second Tohoku-UEA Research Symposium, Univ. East Anglia, UK (招待講演)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Matsuda. Y.
2 . 発表標題 Bivariate CARMA random fields. Risk and Statistics
3 . 学会等名 2nd ISM-UUlm Joint Workshop, Ulm Univ. (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Sato, T. and Matsuda, Y.
2 . 発表標題 Spatial Extension of GARCH Models for High-dimensional Financial Time Series
3 . 学会等名 The 62nd ISI World Statistics Congress, Kuala Lumpur (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Sato, T. and Matsuda, Y.
2 . 発表標題 SAR(p)-GARCH(k, l) Models for High-Dimensional Financial Time Series
3 . 学会等名 2019 KSS Fall Conference, Seoul (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Sato, T. and Matsuda
2 . 発表標題 SAR(p)-GARCH(k, l) Models for High-Dimensional Financial Time Series
3 . 学会等名 12th World Conference of the spatial econometrics association, Pittsburgh (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤宇樹, 松田安昌
2. 発表標題 SAR(p)-GARCH(k, l) Models for High-Dimensional Financial Time Series
3. 学会等名 2019年度統計関連学会連合大会, 滋賀大学
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Murakami, D., Ichifuji, Y.
2. 発表標題 nalyzing hotel price and occupancy with low rank spatial econometric models. Applied Regional Science Conference
3. 学会等名 Applied Regional Science Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Murakami, D., Kajita, M., Kajita, S.
2. 発表標題 Compositionally-warped additive mixed modeling for large non- Gaussian data: Application to COVID-19 analysis
3. 学会等名 Tsukuba Global Science Week
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Murakami, D.
2. 発表標題 Compositionally-warped additive mixed modeling for large non- Gaussian data: Application to COVID-19 analysis
3. 学会等名 科研費シンポジウム "Recent Progress in Spatial and/or Spatio-temporal Data Analysis"
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Sugasawa, S.
2. 発表標題 Spatially Clustered Regression
3. 学会等名 科研費シンポジウム "Recent Progress in Spatial and/or Spatio-temporal Data Analysis"
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 菅澤翔之助
2. 発表標題 境界値過剰データに対する時空間モデリング：海洋資源調査データへの適用
3. 学会等名 CSIS DAYS 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Sugasawa, S.
2. 発表標題 Spatio-temporal modeling of zero-inflated count data: an application to marine resource monitoring
3. 学会等名 Webinar of Bayesian Econometrics 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 菅澤翔之助
2. 発表標題 異質な集団が混在するデータに対する統計モデリング
3. 学会等名 第5回統計・機械学習若手シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 江端杏奈・吉田崇紘・爲季和樹・瀬谷創・堤盛人
2. 発表標題 ふるさと納税の探索的空間データ分析
3. 学会等名 第27回地理情報システム学会研究発表大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Matsuda, Y. and Yajima, Y.
2. 発表標題 Spatial modeling of volatility matrices for high-dimensional financial time series.
3. 学会等名 Statistics and Data Science Workshop, at King Abdullah Univ. of Science and Technology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Murakami, D., Griffith, D.A., Seya, H., Yoshida, T.
2. 発表標題 Low rank spatial econometric models
3. 学会等名 XII World Conference of the Spatial Econometrics Association (SEA) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Murakami, D., Nakaya, T., Tsutsumida, N., Yoshida, T.
2. 発表標題 Spatially varying coefficient modeling for large data: A case study of residential land price in Tokyo
3. 学会等名 International Conference on Spatial Analysis and Modeling (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Er-Rbib, R. and Tsutsumi, M.
2. 発表標題 Application of exploratory spatial analysis to the population concentrations in France based on immigration status and other characteristics
3. 学会等名 XII World Conference of the Spatial Econometrics Association (SEA), (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	松田 安昌 (Matsuda Yasumasa) (10301590)	東北大学・経済学研究科・教授 (11301)	
研究分担者	瀬谷 創 (Seya Hajime) (20584296)	神戸大学・工学研究科・准教授 (14501)	
研究分担者	村上 大輔 (Murakami Daisuke) (20738249)	統計数理研究所・データ科学研究系・准教授 (62603)	
研究分担者	菅澤 翔之助 (Sugasawa Shonosuke) (50782380)	東京大学・空間情報科学研究センター・准教授 (12601)	
研究分担者	吉田 崇紘 (Yoshida Takahiro) (60826767)	東京大学・空間情報科学研究センター・助教 (12601)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計3件

国際研究集会 3rd Tohoku-ISM-UUIm Joint	開催年 2022年～2022年
国際研究集会 Spatial Econometrics Association 2021	開催年 2021年～2021年
国際研究集会 国際ワークショップ Recent Progress in Spatial and/or Spatio-temporal Data Analysis	開催年 2020年～2020年

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------